

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ УСТРОЙСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ТЕПЛОВИЗОРОВ ПО КОНТРАСТУ С ПРОГРАММНЫМ МОДУЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Т. А. Акименко,

доцент, канд. техн. наук

Е. В. Филиппова,

ст. лаборант

Тульский государственный университет, Тула

Аннотация. Предложены варианты реализации устройств тестирования разрешения тепловизоров по контрасту с программным модулем управления. Разработаны тест-объект для измерения разрешения тепловизоров, устройство тестирования разрешения тепловизоров по контрасту и программный модуль управления устройством тестирования разрешения тепловизоров по контрасту. Особенность заключается в том, что основными составляющими устройства являются элементы Пельтье, управляемые микроконтроллером с использованием внутреннего или внешнего тактового генератора.

Ключевые слова: *тест-объект, разрешение по контрасту, устройство тестирования, тепловизор, модуль управления.*

FEATURES OF IMPLEMENTATION OF THE TESTING DEVICE OF RESOLUTION OF THERMAL IMAGES ON CONTRAST WITH SOFTWARE CONTROL MODULE

Abstract. Variants of the implementation of devices for testing the resolution of thermal imagers in contrast to the software control module are proposed. A test object for measuring the resolution of thermal imagers, a device for testing the resolution of thermal imagers by contrast and a software module for controlling the device for testing the resolution of thermal imagers by contrast have been developed. The peculiarity lies in the fact that the main components of the device are Peltier elements controlled by a microcontroller using an internal or external clock generator.

Keywords: *test object, contrast resolution, testing device, thermal imager, control module.*

Современные наземные системы характеризуется повышенной мобильностью, активным взаимодействием с внешней средой, что делает их использование весьма привлекательным для самых разнообразных сфер человеческой деятельности, включая автоматизированное производство, транспорт, космос и подводные исследования, оборону, медицину, строительство и т. д.

В настоящее время широкое распространение имеют автоматические средства наблюдения, работающие в инфракрасном диапазоне спектра.

Неоспоримыми преимуществами, кроме возможности «видеть» в полной темноте, является возможность наблюдать объекты сквозь дым, пыль, туман и при неразрушающем контроле.

Актуальной задачей является создание комплексного устройства тестирования тепловизионных систем наблюдения на основе модулей известных прототипов с внесением изменений в известные структуры, обеспечивающих удовлетворительное функционирование устройства тестирования при работе, а также обеспечиваю-

щее максимально возможное количество тестируемых характеристик тепловизионных систем.

Так, реализация устройства тестирования разрешения тепловизионных систем по контрасту с программным модулем управления представляет собой инфракрасный (тепловой) излучатель, выполненный в виде двух изолированных друг от друга излучающих элементов, контроль за которыми осуществляется управляющим модулем. Устройство предназначено для проведения экспериментов создания тепловой картины и получения достаточно стабильного во времени температурного режима элементов устройства тестирования разрешения тепловизионных систем наблюдения по контрасту.

Протекание теплового процесса в любой точке излучающих элементов в любой момент времени характеризует дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Для изотропного тела с источником тепла, распределено в теле произвольно и теплофизическими параметрами, зави-

сящими от температуры, в декартовой системе координат оно имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) + W = c \gamma \frac{\partial t}{\partial \tau}, \quad (1)$$

где $t = t(x, y, z, \tau)$ — температура в точке (x, y, z) в момент времени τ ; $\lambda = \lambda(t)$ — коэффициент теплопроводности тела; $c = c(t)$ — удельная теплоемкость тела, Дж/(кг °С); γ — плотность тела, кг/м³; W — удельная объемная мощность источников энергии.

На температуру перегрева влияют два фактора, поддающиеся корректировке в процессе функционирования теплового тест-объекта. Это напряжение электрического тока U и коэффициент теплоотдачи α .

Напряжение является легко варьлируемым параметром и может быть задано в зависимости от требуемой температуры поверхности. Коэффициент теплоотдачи является функцией многих переменных, и, следовательно, необходимо проведение исследования с целью изыскания закономерностей, позволяющих варьировать и этот параметр.

Важным является последствие излучающих элементов, которое находится во взаимосвязи с коэффициентом теплоотдачи, поэтому существенны вопросы управления коэффициентом теплоотдачи, для решения которых необходимо проведение исследования процесса охлаждения при вынужденной конвекции как наиболее распространенного способа увеличения коэффициента теплоотдачи.

Легко варьлируемым параметром является стационарная температура перегрева $v_{\text{ст}} = t_{\text{раб}}$. Таким образом, увеличения скорости повышения температуры излучающих элементов легко добиться путем повышения мощности, поступающей в излучающий элемент.

Интенсивность теплового излучения зависит от температуры поверхностей излучателей, следовательно, для решения задачи стабилизации и варьирования интенсивности излучения требуется

определить зависимость, характеризующую поле температур поверхности излучателя.

В статическом режиме происходит нарушение теплового баланса излучающих элементов, т. е. их температуры начинают значительно превышать требуемые. Возникает необходимость обеспечить как высокую скорость повышения температуры излучающих элементов, так и их корректную работу в стационарном режиме.

Решением является использование средств контроля термического состояния тепловых излучателей — датчиков температуры, управляющих интенсивностью непрерывного потока поступающей энергии в виде блока управления, а также использование импульсной подачи энергии с применением широтно-импульсной модуляции (ШИМ) управляющих воздействий.

Программный модуль позволяет определить температуру элементов тепловой картины, требуемые мощности каналов для достаточно стабильного во времени поддержания заданных температур элементов тепловой картины, а также достаточно корректно и стабильно во времени поддерживать заданные температуры излучающих элементов устройства тестирования разрешения тепловизоров по контрасту при температуре окружающей среды в пределах 10–40 °С и относительной влажности не более 65 %.

Установка и поддержание температур элементов тепловой картины блоком управления осуществляется с использованием пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора для каждого из элементов устройства тестирования разрешения тепловизоров по контрасту.

Формируемые устройством тестирования разрешения тепловизионных систем по контрасту с программным модулем управления тепловые картины позволяют оценивать качество и разрешающую способность тепловизионных систем наблюдения по контрасту, что в свою очередь влечет за собой из полученных данных максимум достоверной информации, используемой при принятии решений.